

PCT / IB 05 / 00078

07 FEB 2005

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

PCT/IB05/78

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

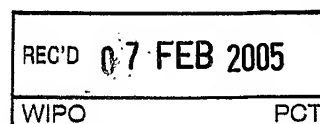
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2004年 1月15日

出 願 番 号
Application Number: 特願2004-008357

[ST. 10/C]: [JP2004-008357]

出 願 人
Applicant(s): 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ

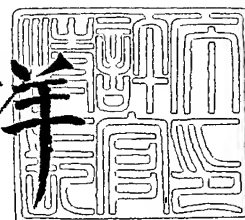


**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2005年 1月31日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川 洋



出証番号 出証特2005-3005033

【書類名】 特許願
【整理番号】 2003P06269
【提出日】 平成16年 1月15日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01Q 1/00
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社エヌ・ティ・
 ティ・ドコモ内
 【氏名】 丸山 珠美
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社エヌ・ティ・
 ティ・ドコモ内
 【氏名】 吉良 文夫
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社エヌ・ティ・
 ティ・ドコモ内
 【氏名】 長 敬三
【特許出願人】
 【識別番号】 392026693
 【氏名又は名称】 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ
【代理人】
 【識別番号】 100083806
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 三好 秀和
 【電話番号】 03-3504-3075
【選任した代理人】
 【識別番号】 100100712
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 岩▲崎▼ 幸邦
【選任した代理人】
 【識別番号】 100095500
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 伊藤 正和
【選任した代理人】
 【識別番号】 100101247
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 高橋 俊一
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 001982
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9702416

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

遺伝的アルゴリズムを用いて、迷路を生成するための迷路生成方法であって、縦方向及び横方向に所定平面を分割することによってブロックを生成する工程と、生成された前記ブロックの 1 ブロックおきに、壁を設定する基準点ブロックを設定し、該基準点ブロックに染色体を割り当てる工程と、

前記基準点ブロックに割り当てられた前記染色体に基づいて、該基準点ブロックに対して 1 辺で隣接するブロックにおける壁の設定方法を決定する工程と、

前記遺伝的アルゴリズムによって、最適な迷路を生成するために、各基準点ブロックに割り当てられる最適な前記染色体を探索する工程とを具備することを特徴とする迷路生成方法。

【請求項 2】

遺伝的アルゴリズムを用いて、アンテナ素子面又は無給電素子面上に金属パッチが配置されている構造を有するアンテナの構造を設計するためのアンテナ最適設計方法であって

、前記アンテナ素子面又は前記無給電素子面上の金属パッチを、縦方向及び横方向に分割することによってブロックを生成する工程と、

生成された前記ブロックの 1 ブロックおきに基準点ブロックを設定し、該基準点ブロックに染色体を割り当てる工程と、

前記基準点ブロックに割り当てられた前記染色体に基づいて、該基準点ブロックに対して 1 辺で隣接するブロックにおける金属パッチの配置方法を決定する工程と、

前記遺伝的アルゴリズムによって、前記アンテナの特性が最適となるように、各基準点ブロックに割り当てられる最適な前記染色体を探索する工程とを具備することを特徴とするアンテナ最適設計方法。

【請求項 3】

前記アンテナは、表面が金属の地板と、前記アンテナ素子面上の金属パッチ及び該地板上の金属表面を短絡する短絡素子と、該地板に接続されており該アンテナ素子面上の金属パッチに給電する給電点とを具備しており、

前記短絡素子及び前記給電点が接続されているブロックには前記金属パッチが配置されるように構成されていることを特徴とする請求項 2 に記載のアンテナ最適設計方法。

【請求項 4】

前記アンテナの特性として、複数の周波数におけるリターンロス特性及び利得特性が用いられることを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載のアンテナ最適設計方法。

【請求項 5】

請求項 2 乃至 4 に記載のアンテナ最適設計方法を実施するためのプログラム。

【請求項 6】

請求項 2 乃至 4 に記載のアンテナ最適設計方法によって設計されたアンテナ。

【書類名】明細書

【発明の名称】迷路生成方法、アンテナ最適設計方法、プログラム及びアンテナ

【技術分野】

【0001】

本発明は、遺伝的アルゴリズム (GA: Genetic Algorithms) を用いて、アンテナ素子面又は無給電素子面上に金属パッチが配置されている構造を有するアンテナの構造を設計するためのアンテナ最適設計方法、当該アンテナ最適設計方法を実施するためのプログラム及び当該アンテナ最適設計方法によって設計されたアンテナに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、アンテナ素子面又は無給電素子面上に金属パッチが配置されている構造を有するアンテナの最適設計方法の1つとして、非特許文献1に示す遺伝的アルゴリズムを用いてマイクロストリップアンテナの構造を設計するためのアンテナ最適設計方法を利用するものが知られている。

【0003】

図15を参照して、かかる従来のアンテナの最適設計方法について説明する。

【0004】

かかるアンテナは、図15(a)に示すように、表面が金属の地板100aと、地板100aに平行に形成されており表面上に金属パッチが設けられているアンテナ素子面100bと、地板100aに接続されておりアンテナ素子面100b上の金属パッチに給電する給電点100cと、アンテナ素子面100b上の金属パッチ及び地板100a上の金属表面を短絡する短絡素子100dとによって構成されている。なお、地板100aとアンテナ素子面100bとの間は、空気又は誘電体で充たされているものとする。

【0005】

なお、本発明に係るアンテナには、平面アンテナや平面逆F型アンテナや平面逆L型アンテナ等のアンテナ素子面上に金属パッチ(メアングライン)が配置されている構造を有する全てのアンテナが含まれるものとする。

【0006】

図15(b)に示すように、アンテナ素子面100b上の金属パッチが、大きさの等しい格子状の長方形(正方形を含む。以下同じ。)のブロックに分割される。次に、各ブロックに対して、1ビットの染色体が割り当てられる。そして、各ブロックにおける金属パッチを除去するか否かについて決定される。例えば、図15(b)に示すように、染色体が「0」であるブロックにおける金属パッチは除去される一方、染色体が「1」であるブロックにおける金属パッチは除去されないように構成されている。

【0007】

このように、従来のアンテナの最適設計方法では、所定の評価関数を用いた遺伝的アルゴリズムによって、任意形状のアンテナの中から最適なアンテナを構成するための最適な染色体を探索するように構成されている。

【0008】

なお、図15(b)において、金属パッチの番号は、当該金属パッチに付与されたユニット番号である。

【0009】

また、従来、特許文献1に示すような遺伝的アルゴリズムを用いたアンテナの最適設計方法も知られている。

【非特許文献1】丸山 珠美、長 敬三著、「多周波共用アンテナのGAによる設計法の検討」、2003年電子情報通信学会ソサイエティ大会、B-1-198

【特許文献1】特開平2001-251134号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら、従来の非特許文献1に示すアンテナの最適設計方法を利用する方法には、図15(b)に示すように、2つの金属パッチが1つの頂点のみで接触する構造（例えば、ユニット番号「B1」と「B2」の金属パッチや、ユニット番号「B3」と「B4」の金属パッチ等）が発生する。

【0011】

かかる構造を含むアンテナは、一般に、以下のような問題点があった。

【0012】

(A) 2つの金属パッチの接触点においてメアンダラインの幅が極端に狭いため、使用可能な周波数帯域が著しく狭帯域になる。

【0013】

(B) 乱数によって染色体を構成する場合、メアンダラインが連続した形状になりにくいため、遺伝的アルゴリズムにおける最適解の算出に時間がかかる。

【0014】

(C) 掘削機等を用いた製造ができない。

【0015】

(D) 製造誤差による特性劣化を招きやすい。

【0016】

また、かかる構造は、アンテナを構成するアンテナ素子面の分割数を増やすごとに多く発生するため、遺伝的アルゴリズムによる最適化をどんなに繰り返しても、かかる構造を完全に消去することはほとんど不可能であるという問題点があった。

【0017】

また、従来の特許文献1に示すアンテナの最適設計方法には、平面メアンダライン型アンテナの構造を設計するためのアンテナ最適化方法の記載については何ら触れられていなかった。

【0018】

そこで、本発明は、以上の点に鑑みてなされたもので、2つの金属パッチが1つの頂点のみで接触する構造を排除することができると共に、金属パッチの配置方法を指示する染色体の最適解の算出時間を低減することができるアンテナ最適設計方法、当該アンテナ最適設計方法を実施するためのプログラム及び当該アンテナ最適設計方法によって設計されたアンテナを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0019】

本発明の第1の特徴は、遺伝的アルゴリズムを用いて、アンテナ素子面又は無給電素子面上に金属パッチが配置されている構造を有するアンテナの構造を設計するためのアンテナ最適設計方法であって、アンテナ素子面又は無給電素子面上の金属パッチを縦方向及び横方向に分割することによってブロックを生成する工程と、生成された前記ブロックの1ブロックおきに基準点ブロックを設定し、該基準点ブロックに染色体を割り当てる工程と、前記基準点ブロックに割り当てられた前記染色体に基づいて、該基準点ブロックに対して1辺で隣接するブロックにおける金属パッチの配置方法を決定する工程と、前記遺伝的アルゴリズムによって、前記アンテナの特性が最適となるように、各基準点ブロックに割り当てられる最適な前記染色体を探索する工程とを具備することを要旨とする。

【0020】

かかる発明によれば、基準点ブロックに対して1辺で隣接するブロックにおける金属パッチをどのように配置するか決定するように構成されているため、2つの金属パッチの接触点においてメアンダラインの幅が極端に狭いため、使用可能な周波数帯域が著しく狭帯域になるという問題点を解決することができる。

【0021】

また、かかる発明によれば、基準点ブロックに対して1辺で隣接するブロックにおける金属パッチをどのように配置するか決定するように構成されているため、掘削機等を用い

て製造することができ、かつ、製造誤差が低減される。

【0022】

また、かかる発明によれば、染色体が基準点ブロックに対して1辺で隣接するブロックにおける金属パッチの配置方法を指示するものであるため、各ブロックの金属パッチを除去するか否かについて指示する染色体の最適解の算出時間と比べて、染色体の最適解の算出時間を低減することができる。

【0023】

本発明の第1の特徴において、前記アンテナが、表面が金属の地板と、前記アンテナ素子面上の金属パッチ及び該地板上の金属表面を短絡する短絡素子と、該地板に接続されており該アンテナ素子面上の金属パッチに給電する給電点とを具備しており、前記短絡素子及び前記給電点が接続されているブロックでは前記金属パッチが配置されるように構成されていてもよい。

【0024】

本発明の第1の特徴において、前記アンテナの特性として、複数の周波数におけるリターンロス特性及び利得特性が用いられてもよい。

【0025】

本発明の第2の特徴は、本発明の第1の特徴に係るアンテナ最適設計方法を実施するためのプログラムであることを要旨とする。

【0026】

本発明の第3の特徴は、本発明の第1の特徴に係るアンテナ最適設計方法によって設計されたアンテナであることを要旨とする。

【0027】

また、本発明の第4の特徴は、遺伝的アルゴリズムを用いて迷路を生成するための迷路生成方法であって、縦方向及び横方向に所定平面を分割することによってブロックを生成する工程と、生成された前記ブロックの1ブロックおきに、壁を設定する基準点ブロックを設定し、該基準点ブロックに染色体を割り当てる工程と、前記基準点ブロックに割り当てられた前記染色体に基づいて、該基準点ブロックに対して1辺で隣接するブロックにおける壁の設定方法を決定する工程と、前記遺伝的アルゴリズムによって、最適な迷路を生成するために、各基準点ブロックに割り当てられる最適な前記染色体を探索する工程とを具備することを要旨とする。

【発明の効果】

【0028】

以上説明したように、本発明によれば、2つの金属パッチが1つの頂点のみで接触する構造を排除することができると共に、金属パッチの配置方法を指示する染色体の最適解の算出時間を低減することができるアンテナ最適設計方法、当該アンテナ最適設計方法を実施するためのプログラム及び当該アンテナ最適設計方法によって設計されたアンテナを提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0029】

<第1の実施形態>

図1乃至図7を参照して、本発明の第1の実施形態に係るアンテナ最適設計方法について説明する。

【0030】

図1は、本実施形態に係るアンテナ最適設計方法によって設計されたアンテナ（以下、メアンダライン型アンテナ）の構造を示す図である。

【0031】

本実施形態に係るメアンダライン型アンテナは、図1に示すように、表面が金属の地板100aと、地板100aに平行に形成されており表面上に金属パッチが設けられているアンテナ素子面100bと、地板100aに接続されておりアンテナ素子面100b上の金属パッチに給電する給電点100cと、アンテナ素子面100b上の金属パッチ及び地

板 100a 上の金属表面を短絡する短絡素子 100d とによって構成されている。

【0032】

図 2 に、アンテナ素子面 100b の詳細構造の一例について示す。図 2 は、アンテナ素子面 100b 上の金属パッチを、縦方向に 11 個に分割し、かつ、横方向に 11 個に分割することによって、 11×11 個のブロックが生成された場合の例を示す。図 2 に示すように、本実施形態に係るアンテナ素子面 100b は、各ブロック同士が、1 点ではなく 1 辺で隣接するメアンダラインの形状となっている。

【0033】

図 4 は、アンテナ素子面 100b 上に設定された基準点ブロックを説明するための図である。図 4 に示すように、基準点ブロックは、アンテナ素子面 100b 上に生成されたブロックの 1 ブロックおきに設定されている。

【0034】

なお、かかる基準点ブロックに対して、遺伝的アルゴリズムによる最適化の対象である染色体が割り当てられる。従来技術に係るアンテナ最適設計方法では、各ブロックに対して 1 ビット (2 値) の染色体が割り当てられていたが、本実施形態に係るアンテナ最適設計方法では、基準点ブロックに対して 2 ビット (4 値) の染色体が割り当てられるように構成されている。

【0035】

また、かかる染色体は、後述するように、該染色体が割り当てられた基準点ブロックに 1 辺で隣接するブロックにおける金属パッチの除去方法を指示するものである。

【0036】

なお、本実施形態に係るアンテナ最適設計方法は、「迷路生成アルゴリズム (棒倒し法)」を参考にして発明されたものであり、遺伝的アルゴリズムにおける染色体と「迷路生成アルゴリズム」とをどのように結びつけるかを考案した点、及び、かかる発明をメアンダライン型アンテナの自動最適設計に適用した点が新しい。

【0037】

ここで、「迷路生成アルゴリズム」を採用しているのは、ライン幅の等しい連続したラインを任意に生成するためであり、迷路を生成するためではない点に注意すべきである。そのため、本実施形態に係るアンテナ最適設計方法は、かかる「迷路生成アルゴリズム」を常にそのまま用いる必要はなく、多少のアレンジが可能であるという点に注意すべきである。

【0038】

図 4 乃至図 6 を参照して、本実施形態に係るアンテナ最適設計方法によってメアンダライン型アンテナ (アンテナ素子面 100b) を設計する動作について説明する。図 5 (a) に示すように、アンテナ素子面 100b は、初期状態において、その表面が金属パッチ (金属面) によって覆われているものと仮定する。

【0039】

図 4 に示すように、ステップ S1001 において、アンテナ素子面 100b 上の金属パッチを、縦方向の 3 以上の奇数に分割し、かつ、横方向の 3 以上の奇数に分割することによって、ブロックを生成する。例えば、図 5 (b) に示すように、アンテナ素子面 100b 上の金属パッチを $N \times M$ 個 (図 5 の例では、 11×11 個) の長方形のブロックに分割する。

【0040】

ステップ S1002 において、生成されたブロックの 1 ブロックおきに基準点ブロックを設定し、当該基準点ブロックに染色体を割り当てる。例えば、図 5 (b) に示すように、生成されたブロックの 1 ブロックおきに、基準点ブロック (迷路生成アルゴリズムにおける「壁」) #1 乃至 #21 を作成し、当該基準点ブロック #1 乃至 #21 のそれぞれに対して、2 ビット (4 値) の染色体を割り当てる。

【0041】

ステップ S1003 において、当該基準点ブロックに位置する金属パッチを削除する。

ステップS1004において、各基準点ブロック#1乃至#21に割り当てられた染色体に基づいて、当該基準点ブロック#1乃至#21に対して1辺で隣接するブロックにおける金属パッチの除去方法を決定する。そして、図5(c)に示すように、決定された除去方法に従って、各基準点ブロックの隣接ブロックの金属パッチを順次除去していくことによって、アンテナ素子面100bにおけるメアンダラインを形成する。

【0042】

なお、他の基準点ブロックにおける染色体の指示によって既に金属パッチが除去されている隣接ブロックに対しては、金属パッチの除去処理を行わない。

【0043】

ここで、図6を参照して、染色体によって上述の金属パッチの除去方法を指示する方法について説明する。以下、図6(a)に示すように、アンテナ素子面100b上で基準点ブロック#1乃至#21が設定されているものとする。なお、かかる染色体に含まれ得る2ビットは、「00」、「01」、「10」、「11」のいずれかである。

【0044】

第1に、図6(b)を参照して、図6(a)に示す基準点ブロックのうち、一番左の列における基準点ブロック#1乃至#5に割り当てられた染色体の場合について説明する。

【0045】

かかる場合、図6(b)に示すように、基準点ブロックに対して「00」の染色体が割り当てられていると、当該基準点ブロックに隣接するブロックAにおける金属パッチが除去される。

【0046】

また、基準点ブロックに対して「01」の染色体が割り当てられていると、当該基準点ブロックに隣接するブロックBにおける金属パッチが除去される。

【0047】

また、基準点ブロックに対して「10」の染色体が割り当てられていると、当該基準点ブロックに隣接するブロックCにおける金属パッチが除去される。

【0048】

さらに、基準点ブロックに対して「11」の染色体が割り当てられていると、当該基準点ブロックに隣接するブロックDにおける金属パッチが除去される。

【0049】

第2に、図6(c)及び(d)を参照して、その他の基準点ブロック#6乃至#25に割り当てられた染色体の場合について説明する。

【0050】

かかる場合、図6(c)及び(d)に示すように、基準点ブロックに対して「00」の染色体が割り当てられている場合、当該基準点ブロックに隣接するブロックAにおける金属パッチが除去される。

【0051】

また、基準点ブロックに対して「10」の染色体が割り当てられていると、当該基準点ブロックに隣接するブロックCにおける金属パッチが除去される。

【0052】

さらに、基準点ブロックに対して「11」の染色体が割り当てられていると、当該基準点ブロックに隣接するブロックDにおける金属パッチが除去される。

【0053】

なお、基準点ブロックに対して「10」の染色体が割り当てられている場合は、図6(c)に示すように、当該基準点ブロックに隣接する全てのブロックにおける金属パッチが除去されないように構成されていてもよいし、また、図6(d)に示すように、当該基準点ブロックに隣接するブロックA(C又はDであってもよい)における金属パッチが除去されるように構成されていてもよい。

【0054】

なお、本実施形態では、短絡素子100d及び給電点100cに接続される部分(図6

(a) に示すブロック B 5) は、金属パッチが除去されること無く常に設置されているように構成されている。

【0055】

ステップ S 1001 乃至 S 1004 によって形成されたメアングライン型アンテナのアンテナ素子面 100b では、全てのブロックが、頂点同士ではなく、辺同士で隣接する構造となっている。

【0056】

本実施形態に係るアンテナ最適設計方法では、上述のステップ S 1001 乃至 S 1004 によって形成されたメアングライン型アンテナの特性が最適となるように、遺伝的アルゴリズムによって、各基準点ブロックに割り当てる最適な染色体を探索するように構成されている。

【0057】

すなわち、遺伝的アルゴリズムを用いて、所定の目的関数を最大（或いは、最小）とする迷路（アンテナ素子面 100b）の形状を求める問題を解決することによって、上述の最適な染色体を探索することができる。

【0058】

本実施形態に係るアンテナ最適設計方法において、上述の非特許文献 1 と同様の目的関数を用いて「第 1 の周波数 f_1 ：第 2 の周波数 f_2 ：第 3 の周波数 f_3 」が「0.9：1.5：1.9」となる 3 つの異なる周波数でリターンロス特性を小さくする目的関数を求めた場合に、最終的に形成されたメアングライン型アンテナのアンテナ素子面 100b の構造を図 1 に示し、かかるメアングライン型アンテナにおけるリターンロス特性を図 7 に示す。

【0059】

図 7 に示すように、かかる場合、3 つの異なる周波数 f_1 、 f_2 、 f_3 において「リターンロスが -8 dB 以下である」という条件を満たしている。また、かかる周波数 f_1 、 f_2 、 f_3 の周辺の周波数においてもリターンロスが小さくなっており、周波数帯域が狭くなっていないことが確認できる。

【0060】

本実施形態に係るアンテナ最適設計方法によれば、基準点ブロック # 1 乃至 # 21 に対して 1 辺で隣接するブロックにおける金属パッチを除去するように構成されているため、2 つの金属パッチの接点においてメアングラインの幅が極端に狭いため、使用可能な周波数帯域が著しく狭帯域になるという問題点を解決することができる。

【0061】

また、本実施形態に係るアンテナ最適設計方法によれば、基準点ブロック # 1 乃至 # 21 に対して 1 辺で隣接するブロックにおける金属パッチを除去するように構成されているため、掘削機等を用いて製造することができ、かつ、製造誤差が低減される。

【0062】

また、本実施形態に係るアンテナ最適設計方法によれば、染色体が基準点ブロックに対して 1 辺で隣接するブロックにおける金属パッチの除去方法を指示するものであるため、各ブロックの金属パッチを除去するか否かについて指示する染色体の最適解の算出時間と比べて、染色体の最適解の算出時間を低減することができる。

【0063】

<第 2 の実施形態>

図 8 乃至図 12 を参照して、本発明の第 2 の実施形態に係るアンテナ最適設計方法について説明する。以下、本実施形態に係るアンテナ最適設計方法について、上述の第 1 の実施形態に係るアンテナ最適設計方法との相違点を主として説明する。

【0064】

図 8 は、本実施形態に係るアンテナ最適設計方法によって設計されたメアングライン型アンテナの構造を示す図である。図 9 は、図 8 に示すメアングライン型アンテナのアンテナ素子面を詳細に説明するための図である。

【0065】

上述の第1の実施形態に係るアンテナ最適設計方法によって設計されたメアンダライン型アンテナのアンテナ素子面100bでは、図2に示すように、全てのブロックにおける金属面パッチは、いずれかの辺で他のブロックにおける金属パッチに接続されており、その結果、給電点100cとラインで接続されているのに対し、本実施形態に係るアンテナ最適設計方法によって設計されたメアンダライン型アンテナのアンテナ素子面100bでは、図9における破線による楕円の領域で示すように、給電点100cと接続されるラインが存在せず、無給電の状態となる金属パッチ（無給電パッチ又は無給電ライン）が存在している。

【0066】

本実施形態に係るアンテナ最適設計方法は、このように、無給電パッチの効果も入れたメアンダライン型アンテナを最適に設計するとき、有効となる方法である。

【0067】

図10及び図11を参照して、本実施形態に係るアンテナ最適設計方法によってメアンダライン型アンテナ（アンテナ素子面100b）を設計する動作について説明する。本実施形態に係るアンテナ最適設計方法は、染色体によって上述の金属パッチの除去方法を指示する方法を除いて、上述の第1の実施形態に係るアンテナ最適設計方法と同一である。

【0068】

ここで、染色体によって上述の金属パッチの除去方法を指示する方法について説明する。以下、図10に示すように、アンテナ素子面100b上で基準点ブロック#1乃至#36が設定されているものとする。

【0069】

なお、図10に示す基準点ブロックのうち、基準点ブロック#1乃至#24に割り当てられた染色体には、「00」、「01」、「10」、「11」のいずれか2ビットが含まれ得る。

【0070】

また、図10に示す基準点ブロックのうち、基準点ブロック#25乃至#36に割り当てられた染色体には、「0」又は「1」のいずれか1ビットが含まれ得る。

【0071】

第1に、図11を参照して、基準点ブロック#1乃至#24に割り当てられた染色体の場合について説明する。

【0072】

かかる場合、図11(a)に示すように、基準点ブロック#1乃至#24に対して「00」の染色体が割り当てられていると、当該基準点ブロック#1乃至#24に隣接する全てのブロックにおける金属パッチが除去されない。

【0073】

また、図11(b)に示すように、基準点ブロック#1乃至#24に対して「01」の染色体が割り当てられていると、当該基準点ブロック#1乃至#24の右横に隣接するブロックDにおける金属パッチが除去される。

【0074】

また、図11(c)に示すように、基準点ブロック#1乃至#24に対して「10」の染色体が割り当てられていると、当該基準点ブロック#1乃至#24の縦下に隣接するブロックAにおける金属パッチが除去される。

【0075】

さらに、図11(d)に示すように、基準点ブロック#1乃至#24に対して「11」の染色体が割り当てられていると、当該基準点ブロック#1乃至#24の右横に隣接するブロックD及び当該基準点ブロック#1乃至#24の縦下に隣接するブロックAにおける金属パッチが除去される。

【0076】

すなわち、基準点ブロック#1乃至#24に対して割り当てられた染色体の第1ビット

が「0」である場合（すなわち、「00」又は「01」である場合）、当該基準点ブロック#1乃至#24の縦方向に隣接する片側のブロックにおける金属パッチが除去され、基準点ブロック#1乃至#24に対して割り当てられた染色体の第2ビットが「0」である場合（すなわち、「00」又は「10」である場合）、当該基準点ブロック#1乃至#24の横方向に隣接する片側のブロックにおける金属パッチが除去される。

【0077】

第2に、基準点ブロック#26に割り当てられた染色体の場合について説明する。図10の例では、基準点ブロック#26の縦下に隣接するブロックB6における金属パッチには、給電点100c及び短絡素子100dが接続されているものと仮定する。したがって、基準点ブロック#26の縦下に隣接するブロックB6における金属パッチは、除去されることなく常に設置されるものと仮定した。

【0078】

すなわち、基準点ブロック#26に対して「0」の染色体が割り当てられている場合、当該基準点ブロック#26の左横に隣接するブロックB7における金属パッチが除去され、基準点ブロック#26に対して「1」の染色体が割り当てられている場合、当該基準点ブロック#26に隣接するいずれのブロックにおける金属パッチも除去されないように構成されている。

【0079】

第3に、アンテナ素子面100bの縦方向の最も上の列又は横方向の最も左の列に位置する基準点ブロック#27乃至#36に割り当てられた染色体の場合について説明する。

【0080】

基準点ブロック#27乃至#36に対して「0」の染色体が割り当てられている場合、当該基準点ブロック#27乃至#36における金属パッチが除去され、基準点ブロック#27乃至#36に対して「1」の染色体が割り当てられている場合、当該基準点ブロック#27乃至#36における金属パッチが除去され内容に構成されている。

【0081】

なお、本実施形態において、左と右、上と下を全て入れ替えた場合であっても、本発明を実現できることは言うまでもない。

【0082】

本実施形態に係るアンテナ最適設計方法は、上述の「迷路生成アルゴリズム」の場合と同様に、基準点ブロック（壁）という概念を利用するが、本実施形態に係るアンテナ最適設計方法の場合は、上述の「迷路生成アルゴリズム」の場合のように、一本道でスタート地点からゴール地点に辿り着く必然性は、必ずしもない。

【0083】

したがって、本実施形態に係るアンテナ最適設計方法は、上述の「迷路生成アルゴリズム」に対して、フレキシビリティを向上させ、無給電ラインや無給電パッチが存在するように改良を加えたものであるとすることができる。

【0084】

本実施形態に係るアンテナ最適設計方法において、上述の非特許文献1と同様の目的関数を用いて「第1の周波数 f_1 ：第2の周波数 f_2 ：第3の周波数 f_3 」が「0.9：1.5：1.9」となる3つの異なる周波数でリターンロス特性を小さくする目的関数を求めた場合に、最終的に形成されたメアングライン型アンテナのアンテナ素子面100bの構造を図10に示し、かかるメアングライン型アンテナにおけるリターンロス特性を図12に示す。

【0085】

図12に示すように、かかる場合、3つの異なる周波数 f_1 、 f_2 、 f_3 において「VSWRが2以下である」及び「リターンロスが-10dB以下である」という条件を満たしている。また、かかる周波数 f_1 、 f_2 、 f_3 の周辺の周波数においてもリターンロスが小さくなっており、周波数帯域が狭くなっていないことが確認できる。

【0086】

<変更例>

上述の実施形態では、染色体が、基準点ブロックに対して1辺で隣接するブロックにおける金属パッチの除去方法を指示するように構成されているが、本発明は、かかる実施形態に限定されるものではない。

【0087】

すなわち、染色体が、基準点ブロックに対して1辺で隣接するブロックにおける金属パッチの設置方法を指示するように構成されており、上述のステップ1004において、各基準点ブロックに割り当てられた染色体に基づいて、基準点ブロックに対して1辺で隣接するブロックにおける金属パッチの設置方法を決定し、決定された設置方法に従って、各基準点ブロックの隣接ブロックの金属パッチを順次設置していくことによって、アンテナ素子面100bにおけるメアンダラインを形成するように構成されていてもよい。

【0088】

また、本発明に係るアンテナ最適設計方法において、アンテナ素子面上の金属パッチは、縦方向の3つ以上の奇数に分割し、かつ、横方向の奇数に分割されるように構成されていてもよいし、それ以外の数（例えば、偶数）に分割されるように構成されていてもよい。

【0089】

また、本発明に係るアンテナ最適設計方法は、アンテナ素子面に加えて無給電素子面を具備するアンテナにおいて、無給電素子面上のメアンダラインを形成する場合にも適用できる。

【0090】

<遺伝的アルゴリズムの動作>

図13及び図14を参照して、上述の第1及び第2の実施形態に係るアンテナ最適設計方法において用いられる遺伝的アルゴリズムの動作の一例について説明する。

【0091】

ここで、かかる遺伝的アルゴリズムに用いられる評価関数について説明する。なお、本実施形態において、メアンダライン型アンテナの特性として、3つの周波数 f_1 、 f_2 、 f_3 におけるリターンロス特性及び利得特性を用いた。

【0092】

最初に、リターンロスの定義について説明する。一般に、反射係数 Γ は、式(1)で表現される。

【0093】

$$\text{反射係数 } \Gamma = |Z_{in} - Z_0| / |Z_{in} + Z_0| \quad \dots (1)$$

ここで、 Z_{in} は、入力インピーダンスであり、 Z_0 は、伝送路の特性インピーダンスである。

【0094】

かかる反射係数 Γ を用いて表現したリターンロスRLOSSを式(2)に示す。

【0095】

$$RLOSS = -20.0 \log_{10}(\Gamma) \quad \dots (2)$$

ここで、リターンロスRLOSSは正の値であり、反射係数 Γ が小さいときにはリターンロスRLOSSは大きくなり、反射係数 Γ が大きいときにはリターンロスRLOSSは小さくなる。

【0096】

なお、所望とする3つの周波数 f_1 、 f_2 、 f_3 の「リターンロス」を、それぞれ、 $RLOSS_{f_1}$ 、 $RLOSS_{f_2}$ 、 $RLOSS_{f_3}$ とし、所望とする3つの周波数 f_1 、 f_2 、 f_3 の「利得」を、それぞれ、 $Gain_{f_1}$ 、 $Gain_{f_2}$ 、 $Gain_{f_3}$ とする。

【0097】

かかる場合、式(3)に、反射係数 Γ を小さくし（すなわち、リターンロスを大きくし、かつ、利得を小さくするための評価関数EVALを示す。なお、かかる評価関数EVALは、重み付き計数法を用いて生成されるものとする。

【0098】

$$EVAL = w1 \cdot Rloss_{f1} + w2 \cdot RLOSS_{f2} + w3 \cdot RLOSS_{f3} + w4 \cdot Gain_{f1} + w5 \cdot Gain_{f2} + w6 \cdot Gain_{f3} \dots (3)$$

例えば、上述の第1及び第2の実施形態に係るアンテナ最適設計方法において、多周波共用アンテナを設計する場合のように、複数の相互に関連しあう条件に対して最適化を図る場合には、ある評価項目が所望特性を満たしたときは、他の所望特性を満たしていない評価項目に対して重みが強くなるように制約条件を持たせる方法が有効である。

【0099】

式(4)に、上述のような制約付重み係数法によって生成された評価関数EVALCを示す。

【0100】

$$EVALC = w1 \cdot \min(DRL_{f1}, Rloss_{f1}) + w2 \cdot \min(DRL_{f2}, Rloss_{f2}) + w3 \cdot \min(DRL_{f3}, Rloss_{f3}) + w4 \cdot \min(DG_{f1}, Gain_{f1}) + w5 \cdot \min(DG_{f2}, Gain_{f2}) + w6 \cdot \min(DG_{f3}, Gain_{f3}) \dots (4)$$

式(4)において、 DRL_{fi} ($i=1\sim 3$)は、周波数 fi における所望リターンロス特性であり、 DG_{fi} ($i=1\sim 3$)は、周波数 fi における所望利得である。

【0101】

3周波共用アンテナとしての条件を満たすために、3つの周波数においてそれぞれリターンロス及び利得を求め、最も特性の悪いものの重みを大きくすることによって、評価関数を所望値に近づける方法も考えられる。

【0102】

式(5)及び式(6)に、それぞれ、リターンロス特性及び利得特性に関する評価関数EVALM-RL及びEVALM-Gを示す。

【0103】

$$EVALM-RL = \min(\min(DRL_{f1}, Rloss_{f1}), \min(DRL_{f2}, Rloss_{f2}), \min(DRL_{f3}, Rloss_{f3})) \dots (5)$$

$$EVALM-G = \min(\min(DG_{f1}, Gain_{f1}), \min(DG_{f2}, Gain_{f2}), \min(DG_{f3}, Gain_{f3})) \dots (6)$$

また、式(7)に、評価関数EVALCと評価関数EVALM-RLと評価関数EVALM-Gとを組み合わせた評価関数EVAL2を示す。

【0104】

$$EVAL2 = EVALC + w7 \cdot EVALM-RL + w8 \cdot EVALM-G \dots (7)$$

以下、図13を参照して、上述の評価関数EVAL2を用いた遺伝的アルゴリズムについて説明する。

【0105】

ステップS2001において、ランダムに染色体の初期集団を生成する。例えば、初期集団における染色体の数(人口)を900とする。

【0106】

ステップS2002において、上述の評価関数EVAL2を用いて、各染色体に基づいて設計されたメアングライン型アンテナの特性について評価する。ここで、多周波共用アンテナにおいて、最も重要であると考えられるリターンロス特性に対する重みを、利得特性に対するよりも強くしている。

【0107】

ステップS2003において、上述の染色体の中から、評価の高い染色体を選択する。

【0108】

ステップS2004において、交叉によって、複数(一般的には2つ)の染色体(親)から遺伝子を引き継ぐ新しい染色体(子)を生成する。ここで、交叉確率を0.4とし、2点交叉が用いられるものとする。

【0109】

ステップS2005において、突然変異確率に基づいて、染色体の集団に対して突然変異処理を施す。ここで、突然変異確率を0.016とする。

【0110】

ステップS2006において、当該遺伝的アルゴリズムの終了条件を満たしているか否かについて判定する。当該遺伝的アルゴリズムの終了条件を満たしていない場合、かかる終了条件が満たされるまで世代交代を繰り返す（すなわち、ステップS2002乃至S2005を繰り返す）。

【0111】

図14は、図13に示す遺伝的アルゴリズムにおいて、評価関数EVAL2と、3つの周波数におけるリターンロス特性の評価関数EVALM-RLと、3つの周波数における利得の評価関数EVALM-Gとを、世代ごとに示したものである。

【0112】

図14に示すように、30世代をすぎるあたりで、「リターンロスが-10dB以下である」という条件を満たし、その後、利得特性に対する重みが強化された結果、世代を重ねるごとに利得が上がっている様子が確認できる。

【0113】

＜迷路生成アルゴリズム＞

なお、本発明は、上述のような遺伝的アルゴリズムを用いたアンテナ最適設計方法以外にも、後述する迷路生成アルゴリズムを用いた各種方法（例えば、回路生成方法等）にも適用される。

【0114】

具体的には、かかる迷路生成アルゴリズムは、遺伝的アルゴリズムを用いて、迷路を生成するための迷路生成方法であって、縦方向及び横方向に所定平面を分割することによってブロックを生成する工程と、生成された前記ブロックの1ブロックおきに壁を設定する基準点ブロックを設定し、該基準点ブロックに染色体を割り当てる工程と、前記基準点ブロックに割り当てられた前記染色体に基づいて該基準点ブロックに対して1辺で隣接するブロックにおける壁の設定方法を決定する工程と、前記遺伝的アルゴリズムによって最適な迷路を生成するために各基準点ブロックに割り当てられる最適な前記染色体を探索する工程とを具備することを要旨とするものである。

【図面の簡単な説明】

【0115】

【図1】本発明の第1の実施形態に係るアンテナ最適設計方法によって設計されたメアンダライン型アンテナの構造を示す図である。

【図2】本発明の第1の実施形態に係るメアンダライン型アンテナのアンテナ素子面の詳細図である。

【図3】本発明の第1の実施形態に係るメアンダライン型アンテナのアンテナ素子面に設けられた基準点ブロックを示す図である。

【図4】本発明の第1の実施形態に係るアンテナ最適設計方法の動作を示すフローチャートである。

【図5】本発明の第1の実施形態に係るアンテナ最適設計方法において、アンテナ素子面を形成する動作を説明するための図である。

【図6】本発明の第1の実施形態に係るアンテナ最適設計方法において、基準点ブロックが隣接するブロックにおける金属パッチの除去方法を指示する動作を説明するための図である。

【図7】本発明の第1の実施形態に係るアンテナ最適設計方法によって設計されたメアンダライン型アンテナのリターンロス特性を示すグラフである。

【図8】本発明の第2の実施形態に係るアンテナ最適設計方法によって設計されたメアンダライン型アンテナの構造を示す図である。

【図9】本発明の第2の実施形態に係るメアンダライン型アンテナのアンテナ素子面の詳細図である。

【図 10】本発明の第 2 の実施形態に係るメアングライン型アンテナのアンテナ素子面に設けられた基準点ブロックを示す図である。

【図 11】本発明の第 2 の実施形態に係るアンテナ最適設計方法において、基準点ブロックが隣接するブロックにおける金属パッチの除去方法を指示する動作を説明するための図である。

【図 12】本発明の第 2 の実施形態に係るアンテナ最適設計方法によって設計されたメアングライン型アンテナのリターンロス特性を示すグラフである。

【図 13】本発明の第 1 及び第 2 の実施形態に係るアンテナ最適設計方法における遺伝的アルゴリズムの動作を示すフローチャートである。

【図 14】本発明の第 1 及び第 2 の実施形態に係るアンテナ最適設計方法における遺伝的アルゴリズムによって、世代ごとにリターンロス特性及び利得特性が変化する様子を示すグラフである。

【図 15】従来技術に係るアンテナ最適設計方法によって設計されたメアングライン型アンテナの構造を示す図である。

【符号の説明】

【0116】

100 a…地板

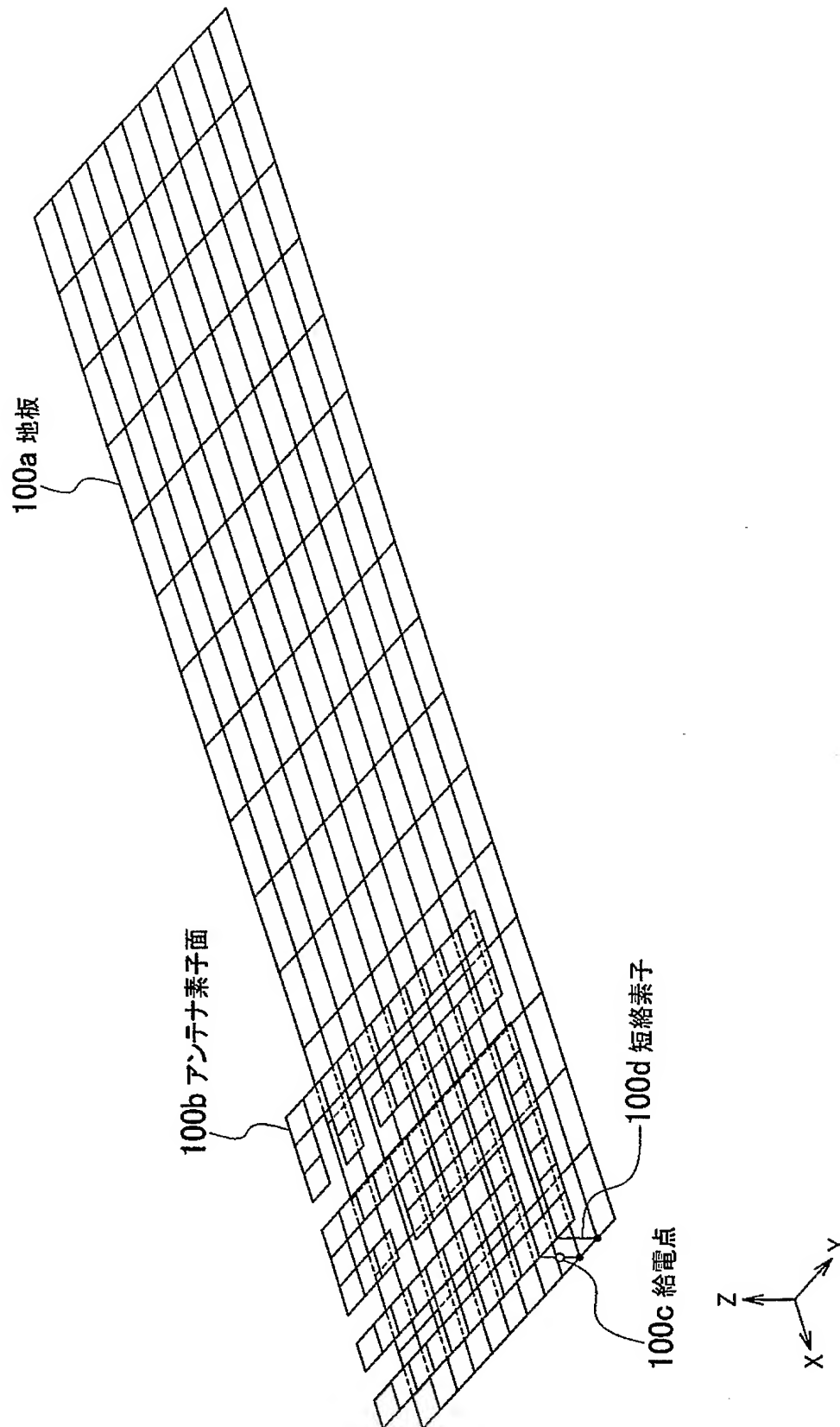
100 b…アンテナ素子面

100 c…給電点

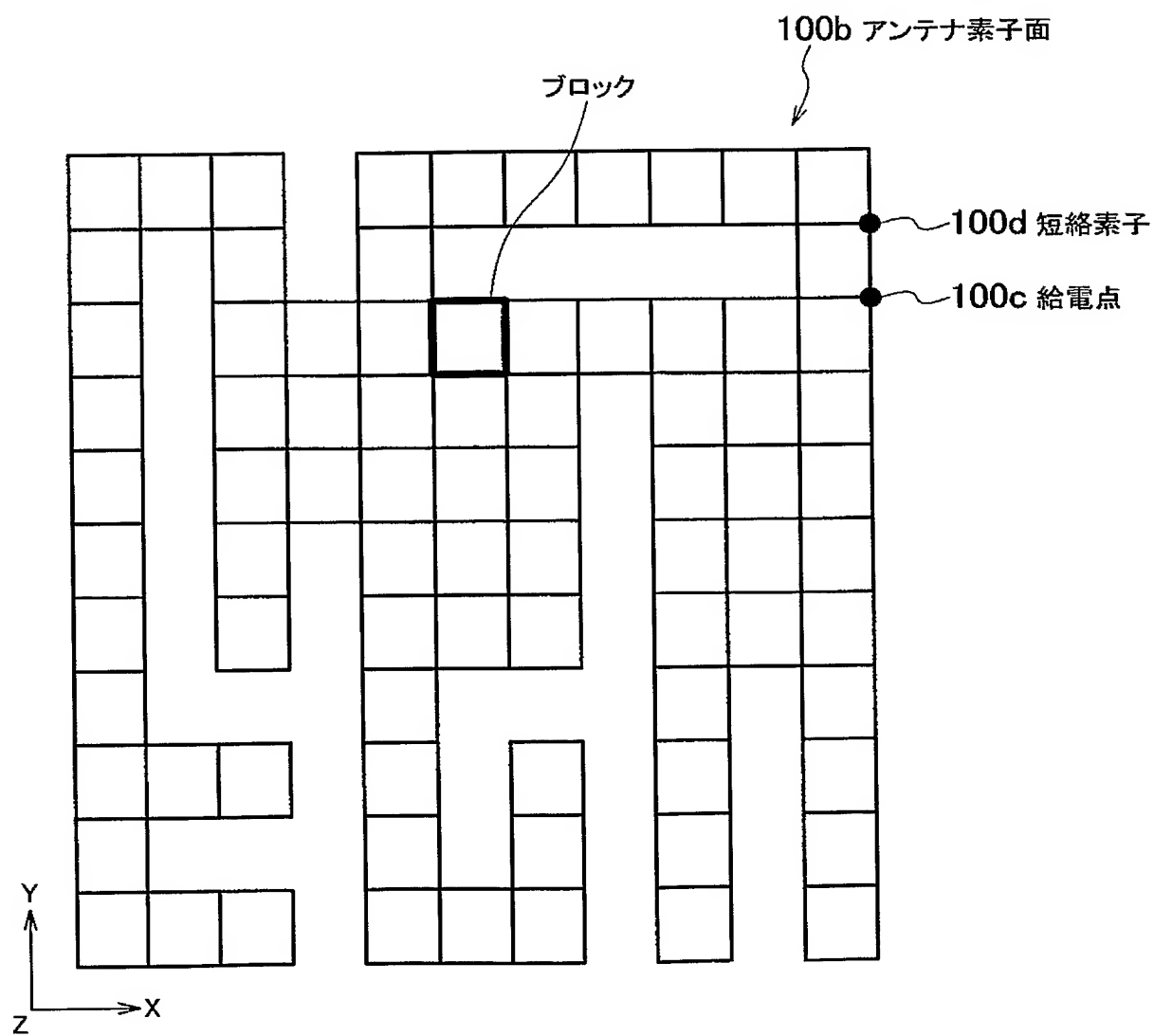
100 d…短絡素子

【書類名】 図面

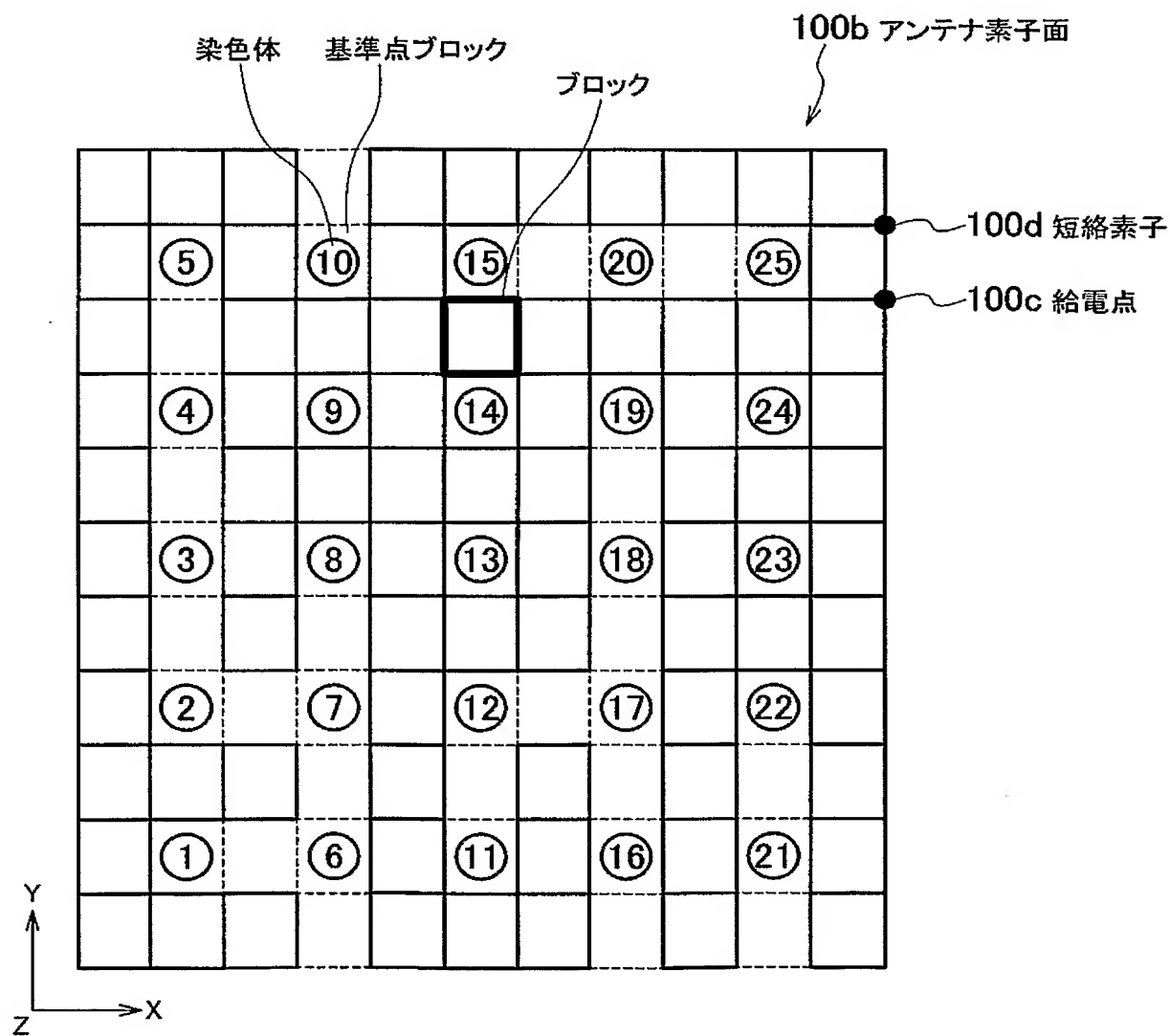
【図 1】



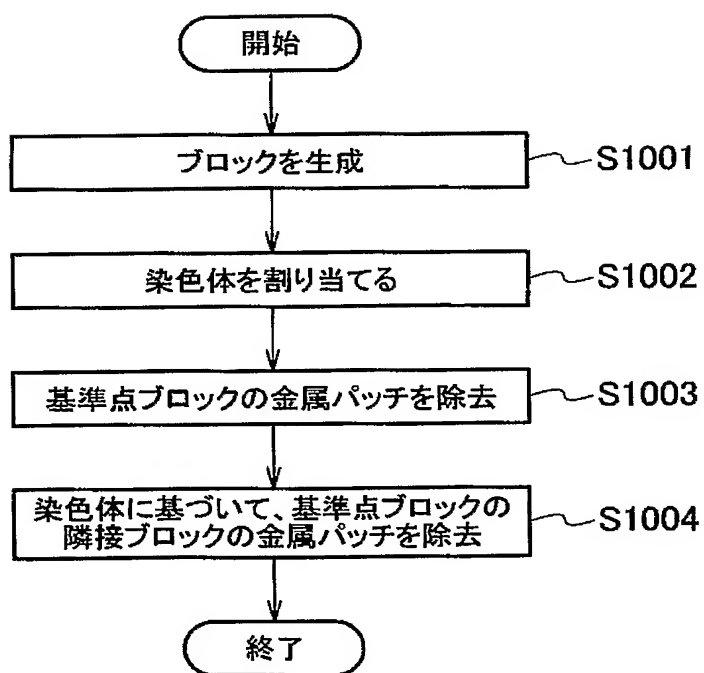
【図 2】



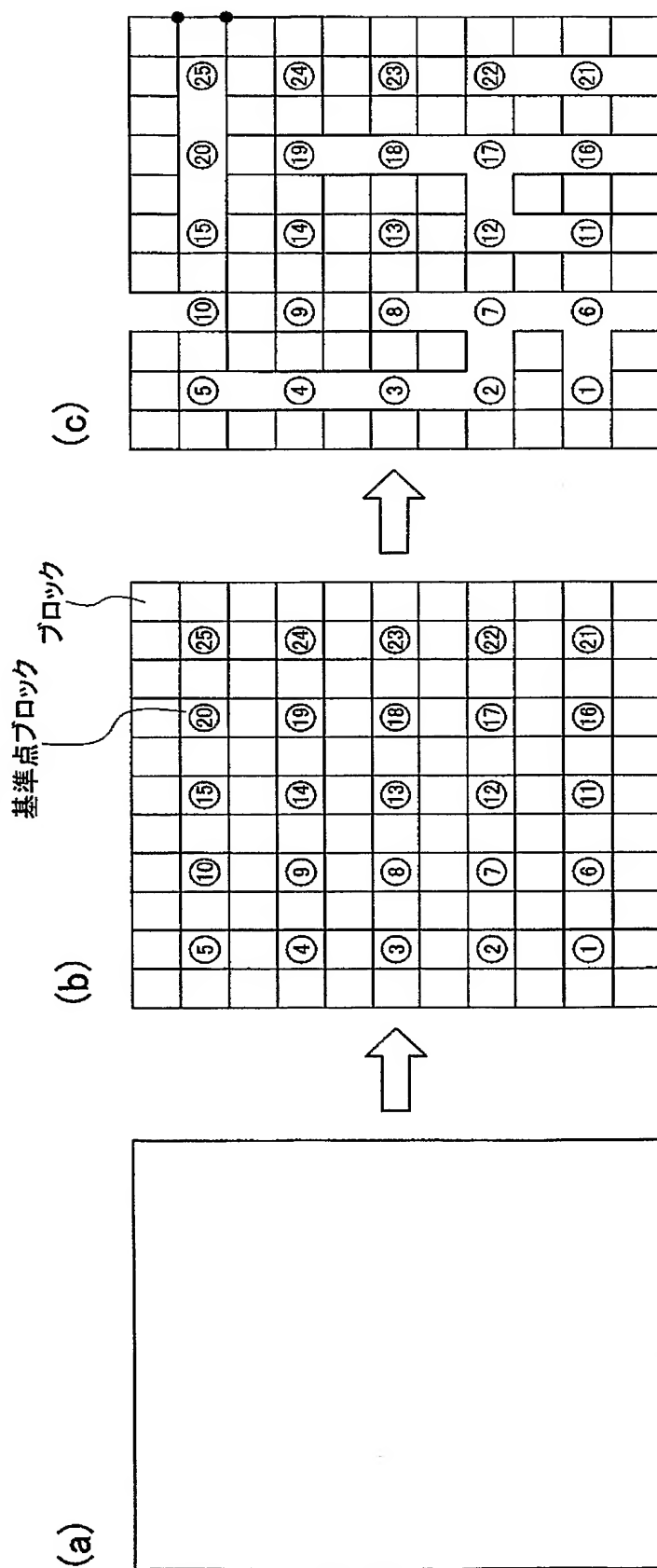
【図 3】



【図 4】

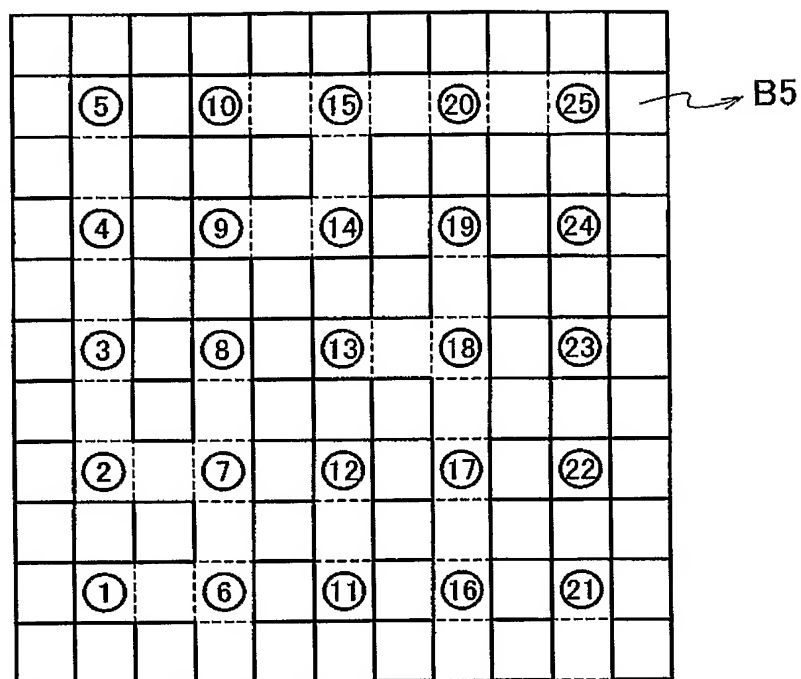


【図 5】

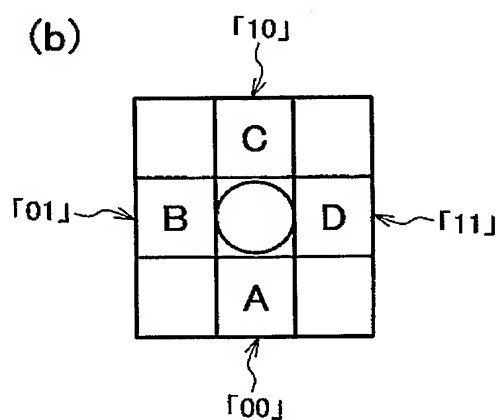


【図 6】

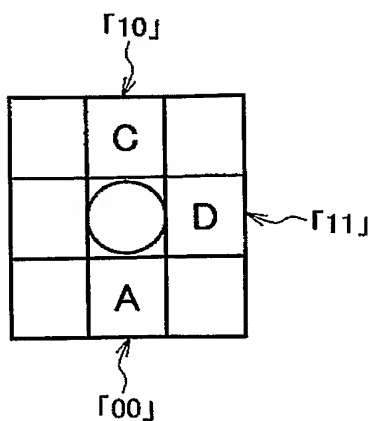
(a)



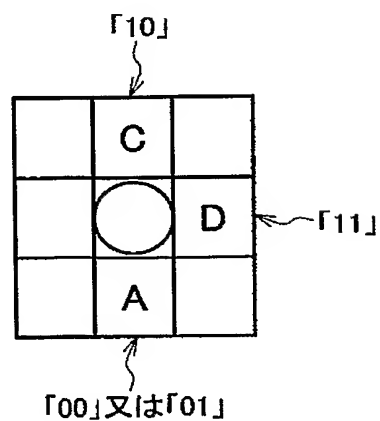
(b)



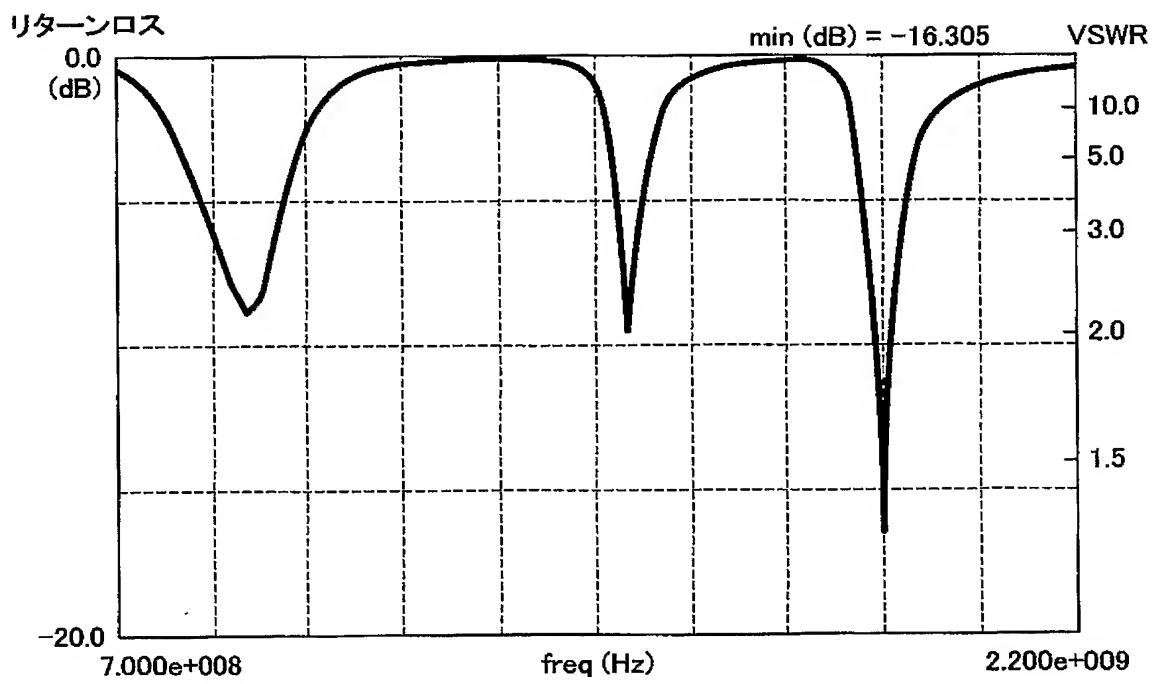
(c)



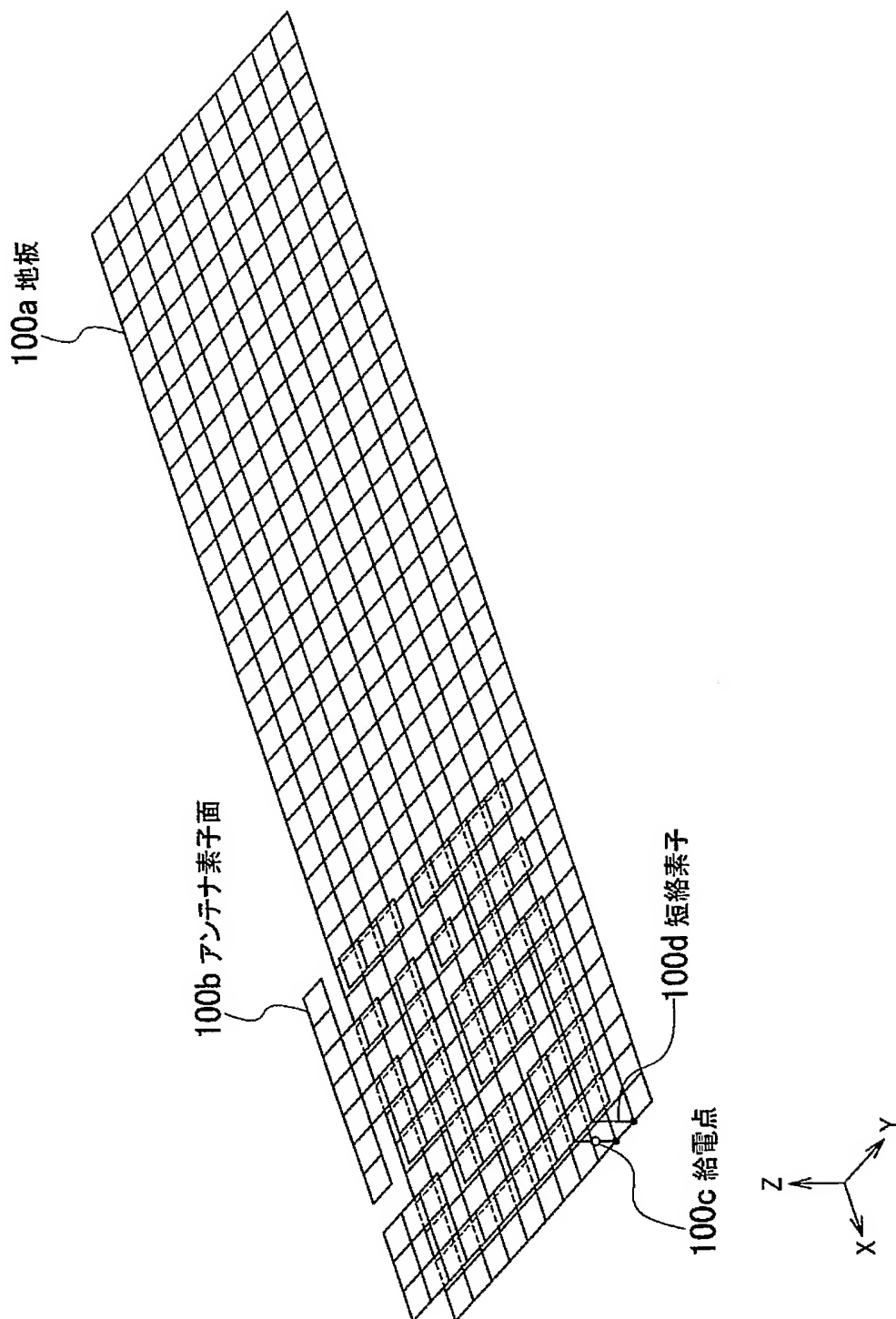
(d)



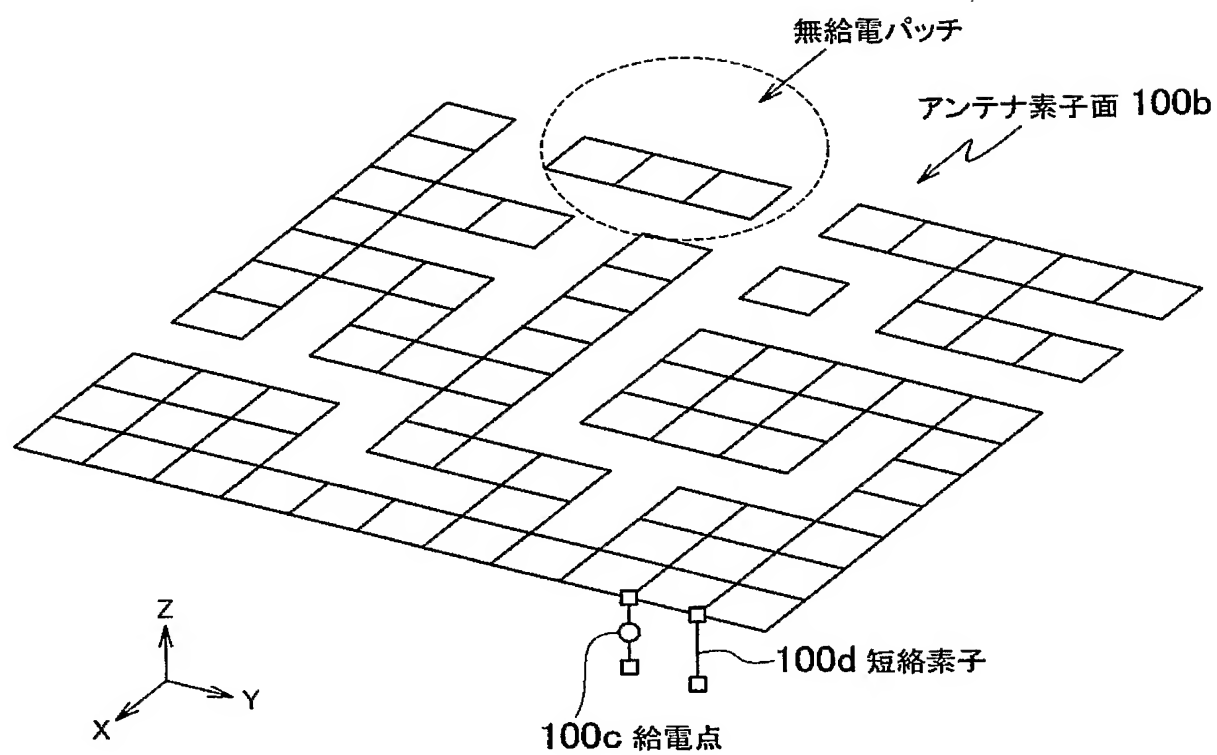
【図 7】



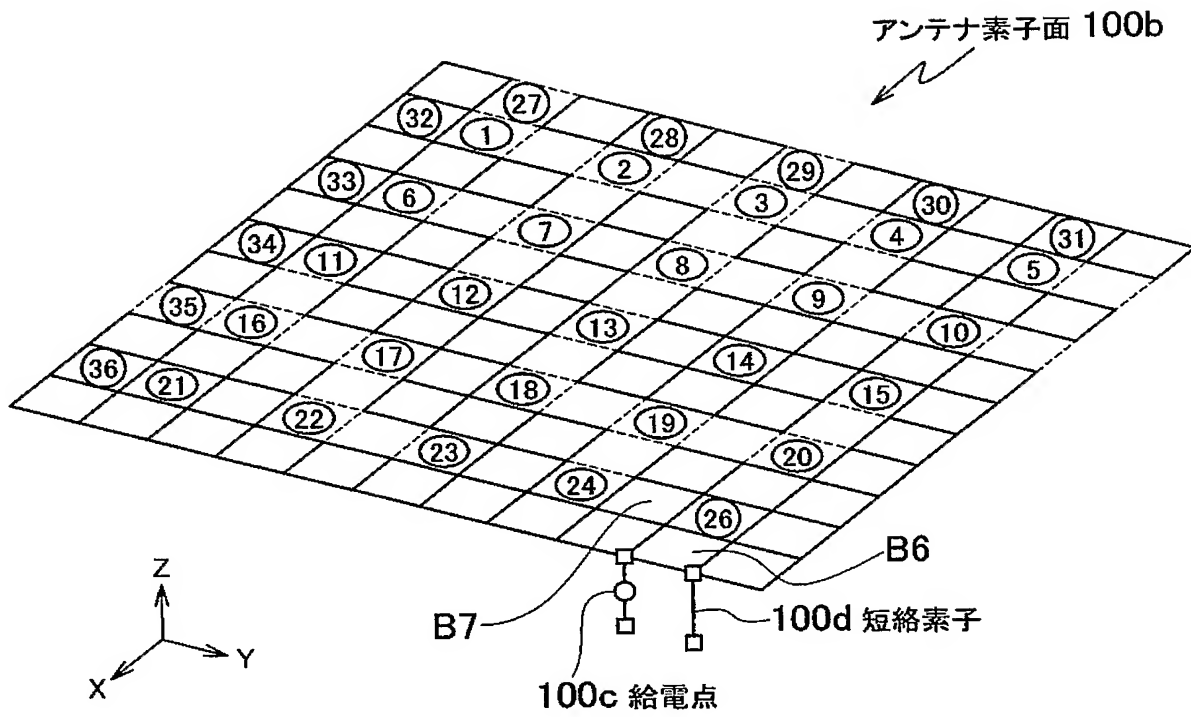
【図 8】



【図 9】

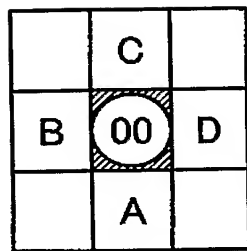


【図 10】

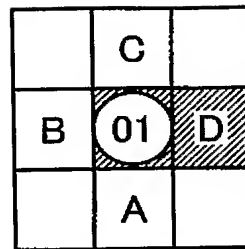


【図 11】

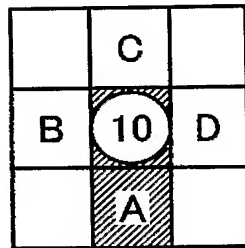
(a)



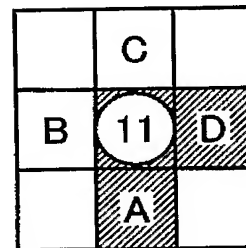
(b)



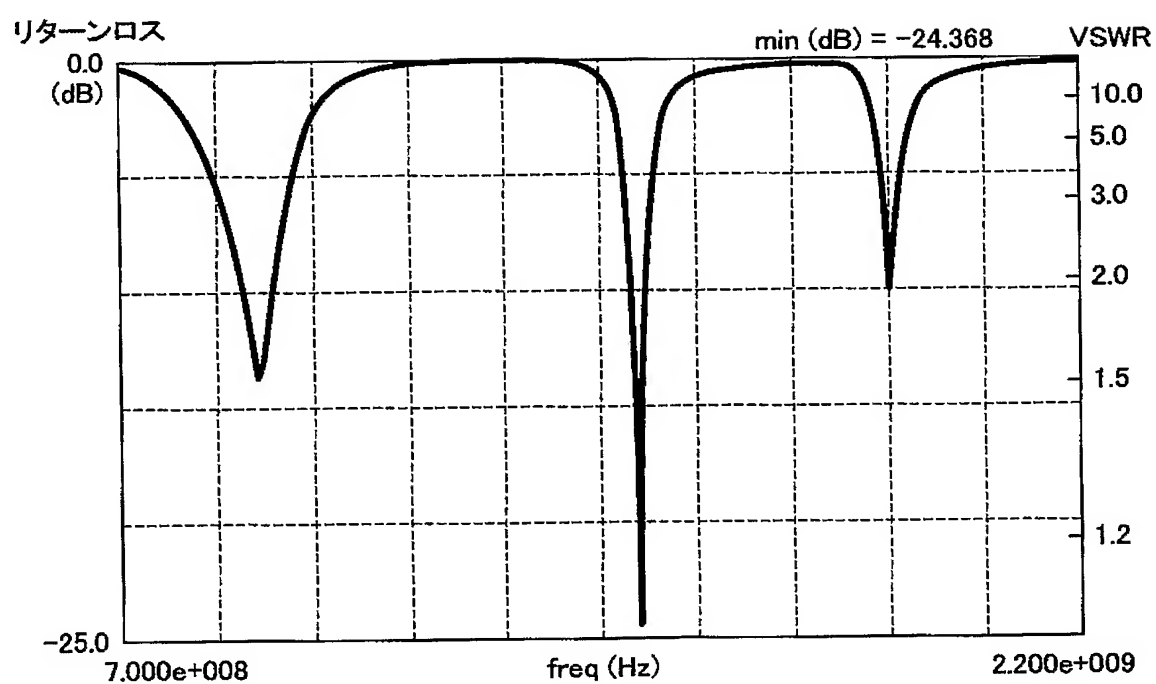
(c)



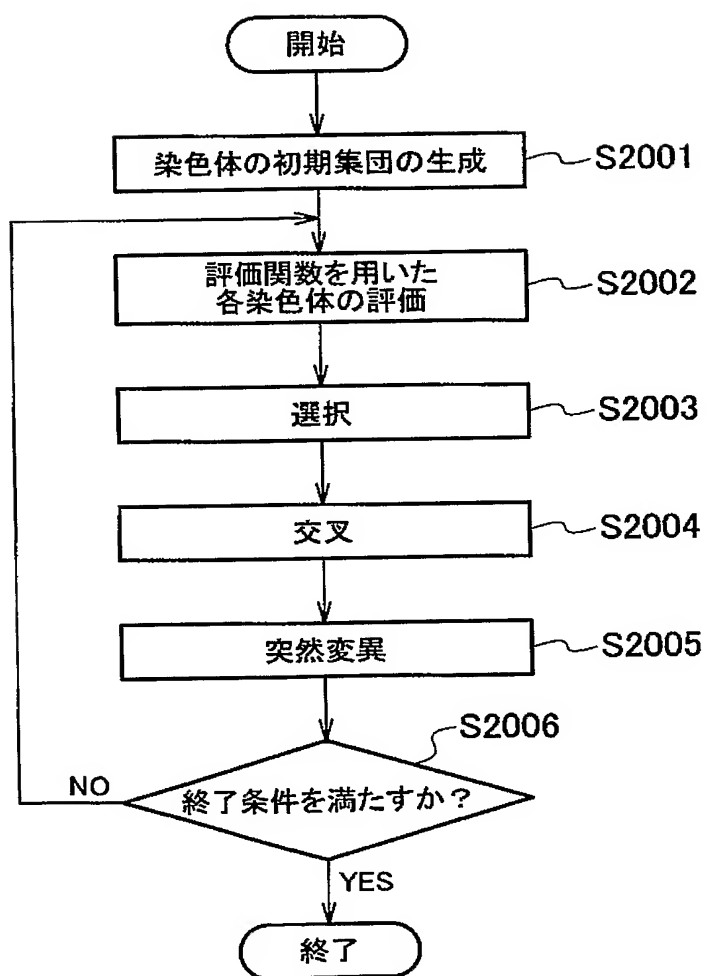
(d)



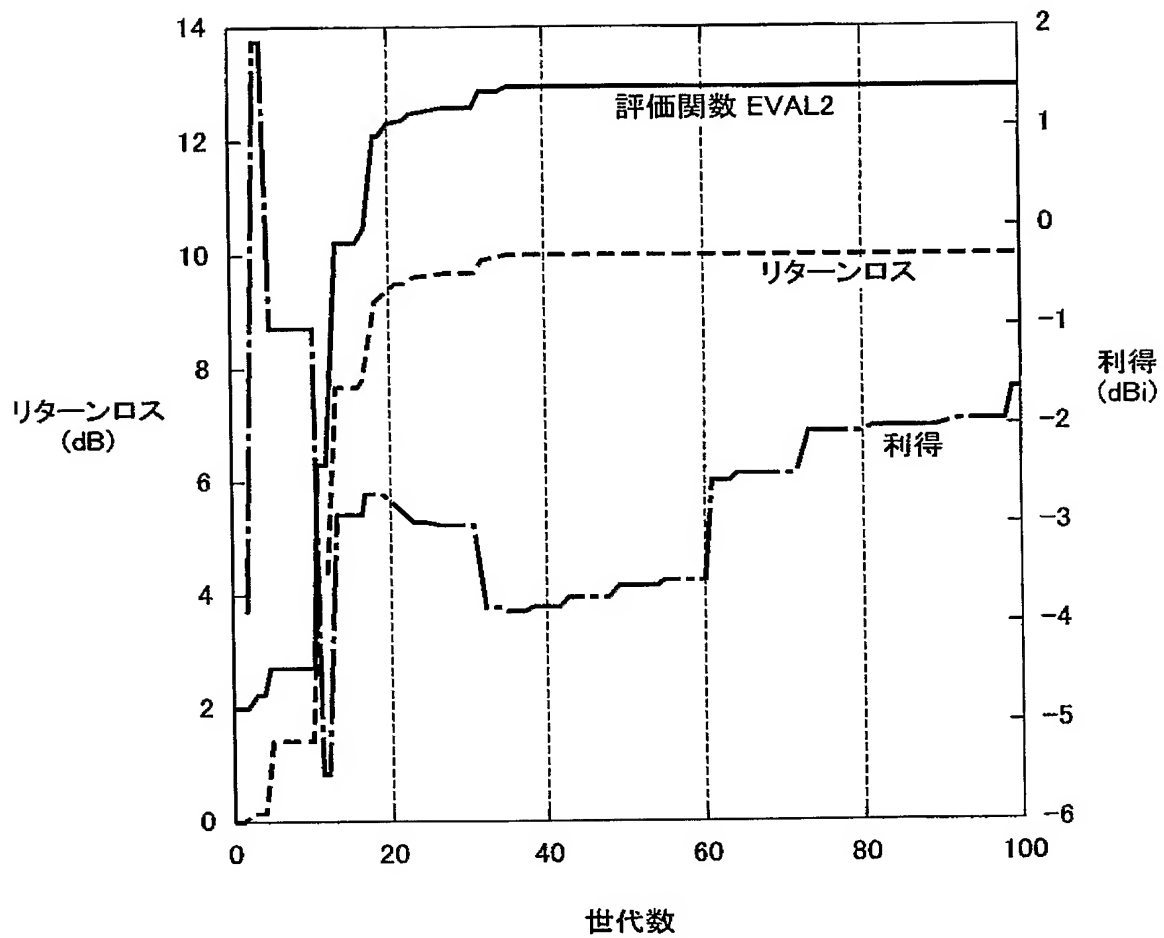
【図 12】



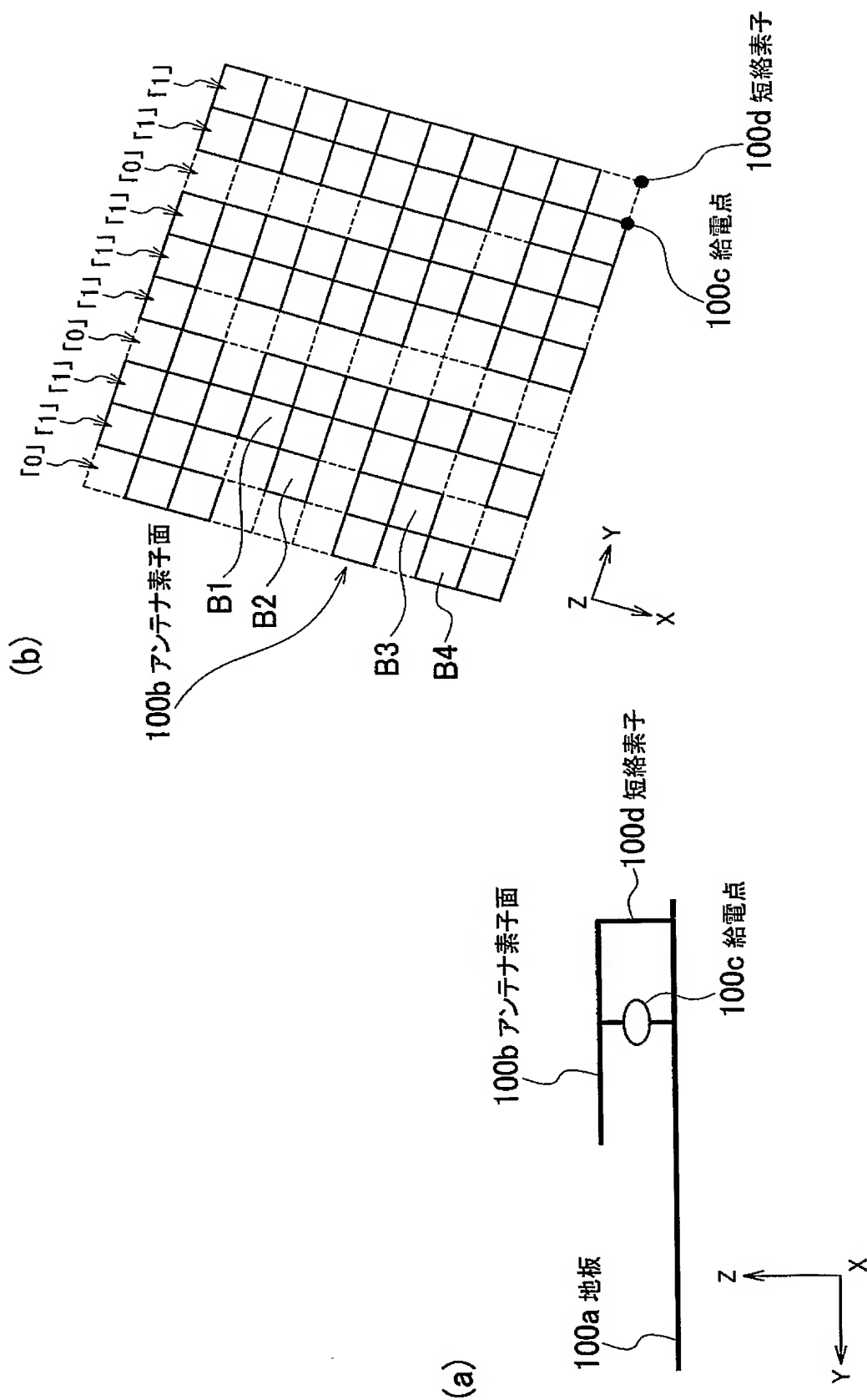
【図 13】



【図 14】



【図 15】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 2つの金属パッチが1つの頂点のみで接触する構造を排除し、金属パッチの配置方法を指示する染色体の最適解の算出時間を低減する。

【解決手段】 本発明に係るアンテナ最適設計方法は、アンテナ素子面100b上の金属パッチを縦方向及び横方向に分割することによってブロックを生成する工程と、1ブロックおきに基準点ブロックを設定し基準点ブロックに染色体を割り当てる工程と、基準点ブロックに割り当てられた染色体に基づいて基準点ブロックに対して1辺で隣接するブロックにおける金属パッチの配置方法を決定する工程と、遺伝的アルゴリズムによってアンテナの特性が最適となるように各基準点ブロックに割り当てられる最適な前記染色体を探索する工程とを具備する。

【選択図】 図5

特願 2 0 0 4 - 0 0 8 3 5 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[3 9 2 0 2 6 6 9 3]

1. 変更年月日
[変更理由]

2 0 0 0 年 5 月 1 9 日

名称変更

住所変更

住 所
氏 名

東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号
株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ